

Verikaasuanalyysin tulkinta sairaanhoidajan näkökulmasta - opetusvideo hoitotyön opiskelijoille

Ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Sairaanhoidaja

Kevät 2025

Fredrik Takolander

Koulutuksen nimi Sairaanhoitaja
Tekijä Fredrik Takolander
Työn nimi Verikaasuanalyysin tulkinta sairaanhoitajan näkökulmasta
Ohjaaja Paula Vikberg-Aaltonen

Tiivistelmä
Vuosi 2025

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda selkeä ja opettava PowerPoint-esitys verikaasuanalyysistä, jonka tarkoitus on tukea sairaanhoitajien osaamista ja auttaa heitä tulkitsemaan analyysituloksia oikein. Aihe kiinnosti omien kokemusteni pohjalta, sillä työskentelen päivystyksessä, jossa verikaasuanalyysi on tärkeä osa potilaan hoidon arviointia. Verikaasuanalyysin oikea tulkinta on olennainen osa potilaan tilan seuraamista ja hoitosuunnitelman laatimista, mikä tekee aiheesta merkityksellisen.

Esityksessä ja opinnäytetyössä käsitellään verikaasuanalyysin keskeiset osat, kuten pH:n, PaCO₂:n ja PaO₂:n merkitys ja niiden tulkinta. Näiden tulosten oikea ymmärtäminen on oleellista potilaan tilan arvioinnissa ja hoitosuunnitelman laatimisessa. Materiaalissa esitetään myös esimerkkejä potilastilanteista, joissa verikaasuanalyysi tukee hoitopäätöksiä. Lisäksi esityksessä painotetaan selkeitä ohjeita ja suosituksia, jotka auttavat sairaanhoitajia vahvistamaan osaamistaan ja tukevat päätöksentekoa.

Opinnäytetyö tuo esiin, että yksinkertaiset ja selkeät ohjeet voivat parantaa sairaanhoitajien kykyä tulkita verikaasuanalyysien tuloksia ja edistää potilasturvallisuutta. Verikaasuanalyysiin liittyvän koulutuksen merkitys korostuu, sillä osaamisen on oltava ajantasalla. Koulutus auttaa sairaanhoitajia tekemään parempia hoitopäätöksiä ja varmistamaan, että tulkinta on oikea ja hoito turvallista. Työssä käsitellään myös eettisiä näkökulmia, kuten potilaan hyvinvointi ja hoidon turvallisuus, jotka ovat keskeisiä potilaan hoidossa.

Opinnäytetyö on toiminnallinen ja sen toimeksiantajana toimi Hämeen ammattikorkeakoulu. Materiaali on suunnattu sairaanhoitajille ja opiskelijoille, jotka haluavat syventää ymmärrystään verikaasuanalyysistä osana kliinistä hoitotyötä. Se tarjoaa selkeitä ohjeita ja esimerkkejä, jotka tukevat verikaasuanalyysien tulkintaa ja parantavat hoitotyön laatua sekä potilasturvallisuutta.

Avainsanat Sairaanhoitaja, Verikaasuanalyysi, Potilasturvallisuus, Hämeen
Ammattikorkeakoulu
Sivut 22 sivua ja liitteitä 1 sivu

Name of Degree Programme Nurse

Author Fredrik Takolander

Subject Interpretation of blood gas analysis from a nurse's perspective

Supervisors Paula Vikberg-Aaltonen

Abstract

Year 2025

The aim of this thesis was to create a clear and educational PowerPoint presentation on blood gas analysis, which aims to support the knowledge of nurses and helps them interpret the analysis results correctly. The topic was of personal interest based on my own experiences, as I work in an emergency department where blood gas analysis sometimes plays a crucial role in assessing patient care. Proper interpretation of blood gas analysis is essential for monitoring the patient's condition and developing a care plan, making this topic highly relevant.

The presentation and thesis cover key components of blood gas analysis, such as the significance of pH, PaCO₂, and PaO₂, and how to interpret them. A proper understanding of these results is crucial for evaluating the patient's condition and formulating a care plan. The material also presents examples of patient scenarios where blood gas analysis supports clinical decision-making. Furthermore, the presentation emphasizes clear guidelines and recommendations that help nurses enhance their skills and support their decision-making process.

The thesis highlights that simple and clear guidelines can improve nurses' ability to interpret blood gas results and contribute to patient safety. The importance of training in blood gas analysis is emphasized, as knowledge must remain up to date. Education helps nurses make better clinical decisions, ensuring that interpretations are correct and that patient care remains safe. Ethical considerations, such as patient well-being and care safety, are also discussed, as they are fundamental in patient care.

The thesis is a practical project, commissioned by Häme University of Applied Sciences. The material is intended for nurses and students who wish to deepen their understanding of blood gas analysis as part of clinical nursing practice. It provides clear guidelines and examples that support the interpretation of blood gas analyses and improve the quality of nursing care and patient safety.

Keywords Nurse, Blood gas analysis, Patient safety, Häme University of Applied Sciences
Pages 22 pages and appendices 1 page

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Aiemmat tutkimukset verikaasuanalyysistä	1
3	Verikaasuanalyysin mitattavat arvot	3
3.1	Veren happamuus valtimoverinäytteessä	3
3.2	Hiilidioksidiosapaineen merkitys valtimoverikaasunäytteessä	4
3.3	Happiosapaineen merkitys valtimoverikaasunäytteessä	4
3.4	Bikarbonaatti arvon merkitys valtimoverestä	5
3.5	Valtimoveren emästase	5
3.6	Valtimoveren hemoglobiinin happikyllästeisyys	6
3.7	Verensokeri, laktaatti ja Elektrolyytit	6
4	Happo-emästasapainon tulkinta	9
4.1	Asidoosi	9
4.1.1	Respiratorinen asidoosi	10
4.1.2	Metabolinen asidoosi	10
4.1.3	Laktaattiasidoosi	11
4.1.4	Ketoasidoosi	12
4.2	Alkaloosi	12
4.2.1	Respiratorinen alkaloosi	13
4.2.2	Metabolinen alkaloosi	13
4.3	Kompensaatio	14
5	Opinnäytetyön toteutus	15
5.1	Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymykset	15
5.2	Opinnäytetyön menetelmät	15
5.3	Aineistonhankinta ja aineistonhallintasuunnitelma	16
6	Pohdinta	18
6.1	Vastuullisuus ja käytettävyyden tarkastelu	18
6.2	Aineiston ja lähteiden luotettavuus	19
6.3	Vastuullisuus ja ammatillisuus	19
6.4	Opinnäytetyön eettisyys	19
6.5	Tulosten pohdinta ja johtopäätökset	20
6.6	Tilaaajan palaute	21
	Lähteet	22

Liitteet

- Liite 1. Aineistonhallintasuunnitelma
- Liite 2. Opinnäytetyön tuotos

1 Johdanto

Verikaasuanalyysin tulkinta on tärkeä osa akuuttihoitotyötä, erityisesti tehohoidossa ja päivystyksessä. Se tarjoaa tietoa potilaan elektrolyyttitasapainosta, happo-emästasapainosta ja kaasujen vaihdosta, jotka ovat keskeisiä potilaan tilan arvioinnissa ja hoidon suunnittelussa. Osaava tulkinta mahdollistaa nopean reagoinnin ja hoidon aloittamisen oikeaan aikaan, mikä parantaa potilasturvallisuutta ja ehkäisee vakavien komplikaatioiden syntymistä.

Verikaasuanalyysi on laajalti käytössä teho-osastoilla ja päivystyksessä, ja sen tulkinnan osaaminen on tärkeä taito sairaanhoitajille. Tämä osaaminen on myös keskeinen osa hoitotyön koulutusta, sillä se parantaa tulevien ammattilaisten käytännön osaamista ja lisää potilasturvallisuutta.

Vaikka käytettävissä on ei-invasiivisia menetelmiä, kuten monitorilaitteet, pulssioksimetrit ja kapnograafit, verikaasuanalyysi tarjoaa tarkempaa ja yksityiskohtaisempaa tietoa potilaan hengitystoiminnasta, happisaturaatiosta ja happo-emästasapainosta. Tarkempi tieto on erityisen tärkeää akuuteissa hengitysvajetilanteissa, joissa hoitopäätökset perustuvat luotettaviin mittauksiin. (Pruitt, 2022)

Aiheen valinta perustuu omaan kiinnostukseeni akuuttihoitotyötä kohtaan ja siihen, että verikaasuanalyysin tulkinnan osaaminen on tärkeää työelämässä. Tämän opinnäytetyön tavoitteena on luoda selkeä ja opettavainen äänitetty esitys verikaasuanalyysin tulkinnasta. Esityksen tarkoituksena on auttaa sairaanhoitajia oppimaan, kuinka tulkita verikaasuanalyysin tuloksia ja reagoimaan asianmukaisesti, jos arvot poikkeavat normaalista. Video perehdyttää verikaasuanalyysin perusteisiin ja käytännön tulkintaan, jotta hoitajat voivat tehdä oikeita hoitopäätöksiä.

2 Aiemmat tutkimukset verikaasuanalyysistä

Verikaasuanalyysiin liittyvät tutkimukset ovat auttaneet kehittämään hoitokeinoja, joilla potilaiden hoitoa voidaan tehostaa ja samalla vähentää heidän kokemaansa epämukavuutta. Näiden analyysien avulla hoitohenkilökunta saa tärkeää tietoa, joka voi olla ratkaisevaa potilaan voinnin parantamisessa ja joskus jopa hengen pelastamisessa.

Daviesin ym. (2024) tutkimuksessa vertailtiin erilaisia verinäytteenottomenetelmiä (valtimo-, kapillaari- ja laskimoverinäytteet) hyperkapnistasta hengitysvajasta sairastavilla potilailla. Tutkimuksessa nostettiin esiin v-TAC-niminen menetelmä, joka perustuu matemaattisiin malleihin ja muuntaa laskimoverinäytteistä saadut arvot vastaamaan valtimoarvoja. Tämä uusi menetelmä on osoittautunut tarkaksi ja vähemmän kivuliaaksi vaihtoehdoksi perinteiselle valtimoverinäytteenotolle. Monet potilaat kokivat toimenpiteen mukavampana, mikä auttoi vähentämään heidän stressiään hoidon aikana.

Pruittin (2022) tutkimuksessa tuotiin esille valtimoverikaasuanalyysin tärkeys erityisesti hengitysvajauksen ja happo-emästasapainon häiriöiden hoidossa. Valtimoverikaasu-analyysi tarjoaa terveydenhuollon ammattilaisille tärkeää tietoa potilaan hengitystoiminnasta, mikä puolestaan auttaa hoidon suunnittelussa. Tämä tieto on ratkaisevaa arvioitaessa potilaan kykyä poistaa hiilidioksidia ja hapettaa verta, erityisesti hengitysvajauksista kärsivillä potilailla.

Australian ja Uuden-Seelannin hengitystieteiden seuran tutkimuksessa korostettiin standardoitujen näytteenotokäytäntöjen tärkeyttä. Tutkimuksen mukaan tarkka ja potilasystävällinen näytteenotto edellyttää hyvää koulutusta ja ohjeistusta. Tämä ei pelkästään takaa luotettavia tuloksia, vaan myös helpottaa potilaan kokemusta toimenpiteestä. Näillä suosituksilla on suora vaikutus potilaiden hyvinvointiin ja turvallisuuteen hoidon aikana. (Seccombe ym., 2024)

Pohjois-Intiassa tehdyssä tutkimuksessa tarkasteltiin valtimo- ja laskimoverinäytteiden eroja hypotensiosta kärsivillä potilailla. Tulokset osoittivat vahvan yhteyden valtimo- ja laskimoveriarvojen välillä, mikä viittaa siihen, että laskimoverinäytteet voisivat tietyissä tapauksissa korvata valtimonäytteenoton. Tämä voisi paitsi vähentää potilaan kipua, myös nopeuttaa analyysiprosessia ja pienentää komplikaatioiden riskiä. (Prasad ym., 2023)

Sairaalapotilaiden hengitystieoireiden diagnosointia käsittelevässä katsauksessa todettiin, että laskimoverinäytteenotto on yleistymässä perinteisen valtimonäytteenoton rinnalla. Laskimoverinäytteen ottaminen on helpompaa ja vähemmän epämukavaa potilaille. Kuitenkin valtimoverikaasuanalyysi säilyy tarkkuutensa ansiosta ensisijaisena menetelmänä, kun on tarpeen mitata täsmällisesti PO₂- ja PCO₂-arvot. Potilaiden hyvinvointi on kuitenkin olennainen tekijä valittaessa menetelmää. Vähemmän invasiiviset vaihtoehdot, kuten laskimoverikaasuanalyysi, voivat usein antaa riittävät tulokset samalla, kun ne vähentävät potilaan stressiä. (Weimar ym., 2024)

3 Verikaasuanalyysin mitattavat arvot

Verikaasuanalyysi on tärkeä menetelmä happo-emästasapainon sekä kudosten hapetuksen häiriöiden tunnistamisessa, hoidossa ja hoidon suunnittelussa. Happo-emästasapainoon vaikuttavat aineenvaihdunnalliset tai hengitykselliset syyt. Aineenvaihdunnallisissa häiriöissä elimistön kertyy liikaa happoja, mikä johtaa asidoosiin, tai happojen puute voi aiheuttaa alkaloosia. Hengityksellisissä häiriöissä muutokset hiilidioksidipitoisuudessa voivat johtaa joko asidoosiin, kun hengitys heikkenee, tai alkaloosiin hyperventilaation seurauksena. (Lääkäriin käsikirja, 2023)

Verikaasuanalyysi on yksi teho-osastojen yleisimmin käytetyistä testeistä, ja sitä hyödynnetään erityisesti hypoksemian, hyperkapnian ja akuutin hengitysvajauksen hoidossa ja diagnosoinnissa. (Cunanan ym., 2024; Weimar ym., 2024)

Analyysi tehdään tavallisesti valtimoverinäytteestä, mutta näyte voidaan ottaa myös laskimosta tai sormenpäähän kapillaariverestä. Näytteen ottaa lääkäri tai koulutettu hoitohenkilökunta. Verikaasuanalyysin avulla voidaan myös mitata muita tärkeitä arvoja, kuten verensokeria, laktaattia, hemoglobiinia, hematokriittiä sekä elektrolyyttejä, kuten natriumia, kloridia, kalsiumia ja kaliumia. (Aittokallio ym., 2024; Alanen ym., 2022)

3.1 Veren happamuus valtimoverinäytteessä

Veren happamuus, eli pH-arvo, voidaan mitata luotettavasti laskimoverinäytteestä. Normaali veren pH vaihtelee välillä 7,35–7,45. Jos arvo laskee alle 7,35, kyseessä on elimistön happamoituminen eli asidoosi, kun taas arvo yli 7,45 viittaa alkaloosiin eli elimistön emäksisyyteen. Veren pH heijastaa elimistön vetyionipitoisuutta. (Lääkäriin käsikirja, 2023; Alanen ym., 2022, s. 141)

Kehon veren pH-arvon vaihteluväli on hyvin kapea, ja elimistön toiminnan kannalta on tärkeää, että pH pysyy näiden rajojen sisällä. Kun happamuus kasvaa, bikarbonaatti neutraloi hapot, ja keho poistaa niitä pääasiassa hengityksellä ja virtsalla. Emäksisyyden lisääntyessä hiilidioksidin poistuminen hengityksestä hidastuu, ja sen kertyminen reagoi veden kanssa muodostaen hiilihappoa, joka palauttaa pH:n normaalille tasolle. Munuaiset osallistuvat myös happo-emästasapainon säätelyyn erittämällä haihtumattomia happoja ja säätelämällä bikarbonaatin, kloridin ja vetyionien eritystä. Tämä säätelyprosessi on hitaampi kuin hengityksen kautta tapahtuva pH-tasapainon säätely. Jos veren pH laskee alle 7,35,

oireet voivat olla vaikeasti havaittavissa, mutta kun pH laskee 7,2:een tai alemmas, alkaa ilmetä oireita, kuten hyperventilaatiota. (Valli, 2024b)

3.2 Hiilidioksidiosapaineen merkitys valtimoverikaasunäytteessä

Normaali PaCO₂-arvo veressä vaihtelee 4,5–6,0 kPa välillä. Mikäli PaCO₂ nousee yli 10–12 kPa, seurauksena voi olla hiilidioksidiarcoosi. Hiilidioksidiosapaine on happoemästasapainon respiratorinen komponentti, joka heijastaa potilaan ventilaation riittävyyttä. Kun PaCO₂-arvo laskee alle 4,5 kPa, se viittaa mahdolliseen alkaloosiin, kun taas yli 6,0 kPa:n taso viittaa asidoosiin. (Lääkärin käsikirja, 2023; Alanen ym., 2022, s. 141)

3.3 Happiosapaineen merkitys valtimoverikaasunäytteessä

Happiosapaine (PaO₂) tulisi olla keskimäärin 8–14 kPa. Arvon laskiessa alle 8 kPa puhutaan hypoksemiasta, mikä kertoo elimistön vähäisestä happipitoisuudesta. Normaaliarvo vaihtelee myös iän mukaan (taulukko 1.). Yli normaaliarvon oleva happiosapaine voi puolestaan aiheuttaa keuhkovaurioita. (Lääkärin käsikirja, 2023; Alanen ym., 2022, s. 141)

Hoitohenkilökunnan on tärkeää ottaa huomioon PaO₂ ja FiO₂, joka tarkoittaa potilaan hengittämän ilman happipitoisuutta. Tämän suhteen selvittämiseksi PaO₂-arvo jaetaan FiO₂-arvolla. Esimerkiksi, jos FiO₂-arvo on 20 %, lasketaan PaO₂ jakamalla 0,2. Normaaliarvo on yli 50 kPa; alle 40 kPa viittaa keskivaikeaan dyspneaan ja alle 27 kPa erittäin vaikeaan happeutumishäiriöön. Yleinen raja hapen antamiselle on, kun PaO₂ laskee alle 8 kPa tai happisaturaatio on alle 90 %. (Alanen ym., 2022, s. 141 & 149)

Taulukko 1. Eri ikäryhmien happiosapaine keskiarvot

Potilaan ikä	Happiosapaineen viitearvo
<18v	12,0-14,kPa

18-30 v	11,0-14,0 kPa
31-50 v	10,3-13,0 kPa
51-60 v	9,7-12,7 kPa
61-70 v	9,3-12,3 kPa
71-80 v	8,8-11,9 kPa
>80 v	8,3-11,4 kPa

(Alanen ym., 2022, s. 141)

3.4 Bikarbonaatti arvon merkitys valtimoverestä

Standardibikarbonaatin (HCO_3^- tai SBC) normaaliarvo vaihtelee välillä 22–26 mmol/l. Arvon laskiessa alle 22 mmol/l puhutaan metabolisen asidoosin esiintymisestä, kun taas yli 26 mmol/l oleva arvo viittaa metaboliseen alkaloosiin. Potilaan lämpötila on myös tärkeä huomioitava tekijä, sillä poikkeama normaalista (37 °C) voi vaikuttaa tutkimustuloksiin. (Lääkäriin käsikirja, 2023; Alanen ym., 2022, s. 141)

3.5 Valtimoveren emästase

Emästaseen (BE, Base Excess) normaaliarvot ovat ± 2.5 mmol/l. Emästase-arvo kertoo hoitohenkilökunnalle, kuinka paljon happoa tai emästä tarvitaan potilaan elimistön pH:n korjaamiseksi. Arvo alle -2.5 viittaa metaboliseen asidoosiin, kun taas arvo yli 2.5 viittaa

metaboliseen alkaloosiin. Emästase on verikaasuanalyysin metabolinen komponentti. (Lääkärin käsikirja, 2023; Alanen ym., 2022, s. 141)

3.6 Valtimoveren hemoglobiinin happikyllästeisyys

Valtimoveren hemoglobiinin happikyllästeisyys (HbO₂Sat) kuvaa, kuinka suuri prosenttiosuus valtimoveren hemoglobiinista on sitoutunut happeen. Lääkäri määrittää jokaiselle potilaalle henkilökohtaisen saturaatiotavoitteen. Perusterveellä ihmisellä normaaliarvo vaihtelee välillä 95–100 % (Alanen ym., 2022, s. 141)

3.7 Verensokeri, laktaatti ja Elektrolyytit

Veren glukoosipitoisuus, eli P-Gluk, kuvastaa elimistön verensokeritasoa. Terveen ihmisen paastoverensokerin taso on 4–6 mmol/l, eikä sen tulisi aterioiden jälkeen nousta yli 8,0 mmol/l. Korkea verensokeri voi aiheuttaa ketoaineiden kertymistä elimistöön, mikä johtaa elimistön happamoitumiseen. (Niskanen, 2022)

Laktaatin pitoisuus veressä nousee elimistön kärsiessä hapenpuutteesta, ja normaaliarvo on alle 2,0 mmol/l. Hapenpuutteen seurauksena kudoksiin kertyy laktaattia eli maitohappoa. Lepäävällä potilaalla korkea laktaattipitoisuus voi viitata maksavaurioon, myrkytykseen, kudosten hapenpuutteeseen tai verenkiertosokkiin. Hoidon tehoavuuden merkkinä pidetään usein laskevaa laktaattiarvoa. (Lönn & Peltomaa, 2024; Kuisma ym., 2021)

Kaliumin pitoisuus veren plasmassa on yleensä 3,5-4,4 mmol/l. Suurin osa ravinnon kaliumista, noin 90 %, poistuu munuaisten kautta. Suurimmat muutokset plasman kaliumpitoisuudessa tapahtuvat epäorgaanisten happojen aiheuttamassa metabolisessa asidoosissa, kun taas orgaanisten happojen aiheuttama metabolinen asidoosi ei juurikaan vaikuta kaliumpitoisuuteen. Ketoasidoosissa insuliinin puute voi johtaa hyperkalemiaan. (Metsävainio, 2022b)

Hypokalemia ilmenee, kun P-K laskee alle 3,5 mmol/l. Tämä voi johtua muun muassa diureettihoidosta, oksentelusta tai ripulista. Lievä hypokalemia voi olla oireeton, mutta kun P-K laskee alle 3 mmol/l, saattaa ilmetä oireita, kuten rytmihäiriöalttiutta, lihasheikkoutta ja ummetusta. Kun P-K laskee alle 2,5 mmol/l, voi esiintyä vakavampia lihasoireita, kuten rbdomyolyyysiä, hengitystoiminnan heikentymistä ja ileusta. Jos P-K laskee alle 2,5 mmol/l,

voivat ilmetä myös vakavat lihasheikkoudet, kuten rbdomyolyysi ja hengitystoiminnan vaikeudet. Hoidossa pyritään estämään sydän- ja lihasoireet sekä korjaamaan kaliumvaje. (Matikainen, 2022a)

Hyperkalemia tarkoittaa tilaa, jossa P-K ylittää 4,8 mmol/l plasmassa. Lievä hyperkalemia on usein oireeton, mutta vaikeammassa tapauksessa voi esiintyä lihasheikkoutta, väsymystä, parestesioita, paralyysia, sydänoireita ja lopulta asystolea. Kun P-K-arvo ylittää 5,5–6 mmol/l, EKG:ssä havaitaan myös muutoksia. Hyperkalemian hoito vaihtelee vaikeusasteen mukaan, ja siihen kuuluu kaliumin saannin vähentäminen sekä sen poistumisen edistäminen esimerkiksi virtsan, ulosteen tai dialyysin avulla. Vaikea hyperkalemia on hengenvaarallinen tila. Plasman kaliumpitoisuuden nopein ja tehokkain alentamiskeino on hemodialyysi. (Matikainen, 2022b)

Veren plasmassa normaali natriumpitoisuus on 137-144 mmol/l. Natriumia poistuu kehosta virtsan, hien ja ulosteen kautta. Lämpöaltistus tai fyysinen rasitus nopeuttaa natriumin menetystä. Natriumin erityis munuaisissa on tärkein pitoisuutta säätelevä tekijä. (Metsävainio, 2022a)

Yleisin nestetasapaino-häiriö on hyponatremia, joka on usein vähäoireinen tai jopa oireeton. Hyponatremia tarkoittaa, että kehossa on enemmän nesteitä suhteessa plasman natriumpitoisuuteen. Vaikeaoireisen hyponatremian hoito aloitetaan heti. Hitaasti kehittyneitä ja vähäoireista hyponatremiaa hoidetaan yleensä nesterajoituksilla, ja estetään Na-pitoisuuden korjaantuminen liian nopeasti. Vaikea hyponatremia kontrolloidaan tunneittain ja hoidetaan valvonta- tai teho-osastolla. Vaikea-oireisen hyponatremian hoidossa saatetaan joutua käyttämään hypertonista natriumliuosta. Hypovoleemisen hyponatremian hoito tapahtuu tyypillisesti suonensisäisellä tasapainotetulla kristalloidiliuoksella. (Nevalainen & Koistinen, 2022a)

Hypernatremia johtuu riittämättömästä vedensaannista veden menetyksen suhteessa. Hypernatremian ensisijainen hoitomenetelmä on vesivajeen korjaus. Hypernatremia kehittyy usein vasta sairaalassa ja lisää sairaalakuolevuutta. Hypernatremian oireita ovat sekavuus, tajuttomuus, kuume, hallusinaatiot, kouristelu, niska jäykkyyttä, lihasnykäykset, nielemisvaikeuksia ja suun ja limakalvojen kuivuminen ja jano. Vaikeat oireet ilmenevät yleensä vasta, kun P-Na on ylittänyt 150–160 mmol/l. Akuutti hypernatremia korjataan nopeasti, yleensä tavoitteena on lähes normaali P-Na-taso 24 tunnin sisällä. (Nevalainen & Koistinen, 2022b)

Veriplasman kloridi pitoisuus, tai P-Cl on solunulkoisen tilan tärkein anioni. Kloridi osallistuu nestetasapainon, happo-emästasapainon ja osmoottisen tasapainon säätelyyn. Kloridi vaikuttaa merkittävästi solukalvon sähköisen tasapainon ylläpitoon ja sähköimpulssien johtamiseen. Kloridia tarvitaan mahalaukun suolahapon tuotannossa sekä suoliston nesteiden tasapainon ylläpidossa. Kloridin normaali pitoisuus plasmassa vaihtelee 99–111 mmol/l. Hypokloremia johtuu liiallisesta kloridin menetyksestä, taustalla on yleensä oksentelu, ripuli, tai runsas diureesi. Hyperkloremian taustalla on usein bikarbonatin menetys, esimerkiksi ripulin tai munuaisvaurion takia tai runsas kloridipitoista nesteytystä laskimonsisäisesti. (Metsävainio & Syväoja, 2022; Alanen ym., 2022, s. 54)

Hypokloremian ja alkaloosin hoidossa käytetään usein kloridia sisältäviä liuoksia, kuten NaCl 0,9 % -liuosta, johon voidaan lisätä kaliumkloridia. Hyperkloremiassa taas hoitoon soveltuvat asetaatti-, glukonaatti-, laktaatti- tai fosfaattisuolat, esimerkiksi Ringer- tai Plasmalyte-liuokset, joihin voidaan myös tarvittaessa lisätä kaliumia. (Syväoja, 2022)

Solussa kalsium säätelee entsyymireaktioita ja on tärkeä veren hyytymisessä, hermoimpulssien välityksessä, lihasten supistumisessa sekä solunsisäisessä viestinnässä. Kalsiumilla on myös tärkeä rooli endo- ja eksokriinisessä erittymisessä sekä luuston kehityksessä ja rakenteessa. Akuutissa asidoosissa ionisoituneen kalsiumin pitoisuus kasvaa ja alkaloosissa se pienenee, mutta plasman kokonaiskalsiumpitoisuus ei muutu. Ionisoituneen kalsiumin pitoisuuden muutos 0,05 mmol/l vastaa suunnilleen 0,1 yksikön muutosta pH:ssa. Kroonisessa asidoosissa plasman kokonaiskalsiumpitoisuus pienenee, kun taas kroonisessa alkaloosissa se suurenee. (Metsävainio & Saha, 2022)

Hyperkalsemian (P-Ca yli 2,60 mmol/l tai P-Ca-Ion yli 1,30 mmol/l) taustalla voi olla kalsiumin vapautumisen lisääntyminen luustosta tai sen imeytyminen suolistosta. Primaarinen hypertyreoosi ja pahanlaatuiset sairaudet ovat yleisimmät syyt, jotka selittävät suurimman osan hyperkalsemia-tapauksista. Oireet voivat vaihdella, mutta usein esiin nousevat masennus, väsymys, heikkous, mielialan vaihtelut ja keskittymisvaikeudet. (Saha, 2022a)

Hypokalsemian taustalla voi olla ionisoituneen kalsiumin vähentyminen elimistössä joko sen häviämisen tai sen vähäisemmän saannin vuoksi verenkiertoon. Lievässä hypokalsemiassa ei esiinny oireita, ja ne alkavat yleensä vasta, kun P-Ca-Ion -pitoisuus laskee alle 1,00 mmol/l. Potilas voi olla pitkään oireeton, mutta lievissä tapauksissa voi ilmetä pistelyä ja puutumista sormissa, varpaissa ja suun ympäristössä. Vakavammassa tapauksissa voi kehittyä lihasnykäyksiä, tetaniaa tai kouristuksia. Hypokalsemia voi pidentää QT-aikaa

EKG:ssä ja heikentää sydämen toimintaa. Oireisille potilaille annetaan suonensisäisesti kalsiumia, ja akuuttivaiheen jälkeen hoitoa jatketaan suun kautta otettavilla lääkkeillä. Oireettomien potilaiden hoitoon riittää yleensä kalsiumin tai D-vitamiinin täydentäminen. (Saha, 2022b)

Anionivaje kuvastaa sähköistä tasapainoa kehossa, jossa kationien (Na^+ , K^+) ja anionien (Cl^- , HCO_3^-) pitoisuudet vastaavat toisiaan. Se lasketaan kaavalla $\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$, ja sen viitearvo on 8–16 mmol/l. Poikkeamat, kuten maitohapon kertymä anaerobisessa metaboliassa tai diabeettinen ketoasidoosi, voivat nostaa anionivajetta, mikä auttaa tunnistamaan happo-emästasapainon häiriöitä. (Metsävainio & Syväoja, 2022)

4 Happo-emästasapainon tulkinta

Happo-emästasapaino on keskeinen osa elimistön normaalia toimintaa ja vaikuttaa moniin elintoimintoihin. Tämän tasapainon häiriöillä, kuten asidoosilla ja alkaloosilla, voi olla vakavia terveysvaikutuksia. Näiden häiriöiden oikea-aikainen hoitaminen on tärkeää komplikaatioiden ehkäisemiseksi. Asidoosi voi olla joko metabolista tai respiratorista ja johtua muun muassa munuaisten, hengitystoiminnan tai aineenvaihdunnan häiriöistä. Alkaloosi puolestaan voi johtua hengityksellisistä tai aineenvaihdunnallisista syistä. Tässä osiossa käsitellään näiden häiriöiden eri muotoja, niiden taustalla olevia syitä, oireita, hoitovaihtoehtoja sekä elimistön kompensatiomekanismeja, jotka auttavat palauttamaan tasapainon. Lisäksi pohditaan, kuinka tehokas hoito voi parantaa potilaan ennustetta.

4.1 Asidoosi

Metabolinen asidoosi, jossa BE-arvo on alle -2,5, voi johtua useista tekijöistä, kuten ketoasidoosista, munuaisten vajaatoiminnasta, sokista, maitohappoasidoosista, vaikeasta ripulista tai myrkytyksistä. Yleisin syy asidoosin syntymiseen on aineenvaihdunnan häiriö, joka johtaa elimistössä liiallisen happojen muodostumiseen tai vetyionien erittymisen virtsaan häiriintymiseen. Sen sijaan respiratorinen asidoosi on seurausta akuutista tai kroonisesta ventilaatiovajauksesta. (Lääkäriin käsikirja, 2023; Valli, 2024b)

4.1.1 Respiratorinen asidoosi

Respiratorinen asidoosi kehittyy, kun elimistöön kertyy liikaa hiilidioksidia ja keuhkojen tuuletus heikkenee, mikä häiritsee hiilidioksidin poistumista keuhkojen kautta. Tällöin ongelmat johtuvat usein hengitystoiminnan häiriöistä tai keuhkosairauden pahenemisvaiheista, kuten kroonisesta obstruktiivisesta keuhkosairaudesta (COPD). Heikentynyt hapettuminen voi näissä tiloissa olla jopa vaarallisempaa kuin itse asidoosi. Hengityskoneen tai muun hoidon avulla voidaan tukea keuhkojen toimintaa ja hoitaa asidoosia. (Valli, 2024b)

Akuutti respiratorinen asidoosi voi johtua esimerkiksi kallovammasta, kun taas krooninen respiratorinen asidoosi kehittyy usein hengityskeskusten tai perifeerisen hermoston toiminnan vajauksista, lihasheikkoudesta tai hengityskeskusta lamaavien lääkkeiden käytöstä. Oireina esiintyy usein hengenahdistusta, mutta myös päänsärkyä, sydämentykytystä, väsymystä ja uneliaisuutta voi ilmetä. Liiallinen hiilidioksidi dilatoi perifeerisiä verisuonia, mikä voi laskea verenpainetta ja nostaa kallonsisäistä painetta, heikentäen aivoverenkiertoa. Normoventilaation ylläpito on erityisen tärkeää aivopainetta kohottavissa tilanteissa, jotta sekundaarisia vaurioita voidaan estää. Hiilidioksidituotantoa voidaan rajoittaa laskemalla potilaan lämpötilaa, hoitamalla lihasvärinää ja kipua, arvioimalla sedaation tarvetta sekä vähentämällä hiilihydraattien saantia. COPD-pahenemisvaiheessa tai vaikean astmakohtauksen yhteydessä normokapnia ei välttämättä ole mahdollista, jolloin korkeammat hiilidioksiditasot voidaan hyväksyä, ja elimistön metabolia voi korjata pH-tasapainoa. (Arola, 2022c)

4.1.2 Metabolinen asidoosi

Metabolinen asidoosi voi johtua aineenvaihdunnan häiriöistä, 1-tyyppin diabeteksen insuliinin puutteesta, munuaisten vajaatoiminnasta, ripulista, oksentelusta tai maitohapon kertymisestä esimerkiksi sydämen vajaatoiminnan, hapenpuutteen tai intensiivisen liikunnan seurauksena. Ketoasidoosissa pH-arvo saattaa laskea alle 7,0, mikä on hengenvaarallinen tila potilaalle. Elimistö voi säätää veren hiilidioksidin määrää ja siten korjata metabolista asidoosia. Hoitomenetelmä keskittyy kuitenkin ensisijaisesti sen aiheuttaneen sairauden hoitoon, esimerkiksi diabeteksen aiheuttama ketoasidoosi hoidetaan insuliini- ja nestehoidolla. (Reinikainen, 2022; Valli, 2024b)

Bikarbonaatin antoa voidaan käyttää metabolisen asidoosin hoidossa, mutta sen vaikutus on yleensä lyhytaikainen, eikä ennuste parane merkittävästi. Kuitenkin bikarbonaattihoito voi tarjota lisäaikaa asidoosin perussyyn hoitamiseen. Metabolista asidoosia hoidetaan yleensä muilla keinoilla, ja bikarbonaatin käyttöä suositellaan vain vaikeissa tapauksissa. Tämä häiriö on yleisin happo-emästasapainon poikkeavuus, ja sen kehittyminen voi viitata vakavan vaaratilanteen uhkaan. Oireet ilmenevät usein vasta, kun pH-arvo on laskenut alle 7,2, sillä tämä heikentää sydämen pumppaustoimintaa. PH-arvo 7,0 tai alle lasketaan henkeä uhkaavaksi, ja monet elimistön säätelymekanismit sekä jotkin lääkkeet voivat menettää tehonsa. On myös mahdollista, että metabolinen asidoosi on pitkään oireeton, varsinkin alkuvaiheessa. (Arola, 2022b)

Metabolinen asidoosi on hoidettava nopeasti, koska hoitamattomana se voi johtaa peruuttamattomiin elinmuutoksiin. Oireet voivat vaihdella ja sisältää muun muassa hyperventilaatiota, hengityslihasten heikkoutta, hengityslamaa, sydämen minuuttitilavuuden laskua, sydämen johtumis- ja rytmihäiriöitä, valtimoiden vasodilaatioita, keuhkovaltimoiden vasokonstriktiota, keuhkovaltimopaineen nousua, hemoglobiinin hapensitoutumiskyvyn alenemista, sekavuutta, tajunnantason laskua, ihotunnon alenemista, proteiinihukkaa, luun demineralisaatiota, katekoliamiini- ja pahoinvointioireita sekä vatsakipuja. (Arola, 2022b)

4.1.3 Laktaattiasidoosi

Laktaattiasidoosi on eräänlainen metabolisen asidoosin muoto, jossa veren pH-arvo ja bikarbonaattipitoisuus laskevat, mikä puolestaan nostaa plasman maitohappipitoisuuden (fP-Laktaatti) yli 2 mmol/l. Tilan taustalla voi olla häiriö laktaatin aineenvaihdunnassa, sen liikatuotanto tai kyvyttömyys hyödyntää sitä normaalisti. Kun laktaattipitoisuus ylittää 5 mmol/l, kuolevuus kolmen vuorokauden seurannassa voi nousta jopa 60 %. (Arola, 2022a)

Laktaattiasidoosin hoidossa pyritään stabiloimaan potilaan hemodynamiikkaa ja parantamaan kudosten hapensaantia. Hoidossa voidaan hyödyntää VIP-periaatetta, joka kattaa ventilaatiohoidon, infusiot sekä pumpauksen. Ensimmäiseksi varmennetaan hengitystiet, jonka jälkeen aloitetaan nestehoito. Nestehoidon lisäksi käytetään usein vasoaktiivisia lääkkeitä hypotension hoitamiseksi ja sydämen pumppauskyvyn parantamiseksi. (Arola, 2022a)

4.1.4 Ketoasidoosi

Ketoasidoosi on yksi tyypin 1 diabeteksen komplikaatioista. Hoitamattomana se voi olla hengenvaarallinen, ja hoidettunakin kuolleisuus vaihtelee 5–10 prosenttiin. Tyypin 1 diabeetikoilla ketoasidoosin ilmaantuvuus on 1–5 prosenttia, ja se ilmenee yleensä silloin, kun insuliinihoito jää toteutumatta. Usein diagnoosi tehdään vasta kun aineenvaihdunnan häiriö on edennyt ketoasidoosiin. (Arola, 2023)

Ketoasidoosi johtuu joko täydellisestä tai suhteellisesta insuliinin puutteesta, ja se voi kehittyä nopeasti täydellisessä puutteessa, jo muutamassa tunnissa ilman insuliinia. Insuliinin puuttuessa solut eivät saa glukoosia, mikä johtaa sen kertymiseen solunulkoiseen nesteeseen. Samanaikaisesti matala insuliinipitoisuus ja kohonneet katekoliamiinipitoisuudet aktivoivat hormonisensitiivisen lipaasin, joka pilkkoo triglyseridejä ja lisää vapaita rasvahappoja. Maksassa vapaat rasvahapot muuttuvat ketoaineiksi, jotka happamoittavat elimistöä. (Arola, 2023)

Ketoasidoosin oireet liittyvät hyperglykemiaan, metaboliseen asidoosiin ja kuivumiseen. Yleisimmät oireet ovat kuivuminen, hypotensio, hypotermia, takykardia, sekavuus, tajunnan häiriöt ja voimakas jano. Syvän asidoosin yhteydessä voi ilmetä hyperventilaatiota, ruoansulatuskanavan oireita, pahoinvointia ja vatsakipua. Potilaan hengitykselle voi olla ominaista asetonin haju, koska ketoaineita erittyy hengitysilmaan. Ketoasidoosin hoitoon kuuluu riittävä nesteytys, insuliinihoito, hemodynamiikan turvaaminen ja happihoito. (Arola, 2023)

4.2 Alkaloosi

Metabolinen alkaloosi voi johtua useista tekijöistä, kuten oksentelusta, liiallisesta bikarbonaatin saannista, hypovolemiasta tai tiatsididiureettien sekä furosemidin käytöstä. Respiratorinen alkaloosi puolestaan syntyy hengityskeskuksen häiriöistä, hyperventilaatioista, hypoksemiasta tai psykologisista syistä, kuten paniikkihäiriöistä. (Lääkärin käsikirja, 2023)

Alkaloosin varhaisessa vaiheessa potilas saattaa kokea oireita kuten raajojen pistelyä tai puutumista, pahoinvointia, heikkoutta ja vapinaa. Mikäli tila pahenee, saattaa ilmetä rytmihäiriöitä ja kouristuksia. (Valli, 2024a)

4.2.1 Respiratorinen alkaloosi

Alkaloosin yleisin syy on hyperventilaatio, joka aiheuttaa respiratorisen alkaloosin. Tämä tila voidaan tunnistaa veren hiilidioksidipitoisuuden laskusta. Elimistö tuottaa jatkuvasti hiilidioksidia, ja normaalisti se poistuu keuhkojen kautta hengityksen myötä. Respiratoriseen alkaloosiin liittyviä oireita ovat muun muassa raajojen puutuminen, heikkous, vapina sekä mahdolliset kouristukset, jotka voivat pahentua alkaloosin edetessä. Hyperventilaatio on usein seurausta psyykkisistä syistä. Potilaan hengityksen rauhoittaminen normaalille tasolle on hoidon keskeinen tavoite, sillä tämä voi auttaa vähentämään alkaloosia ja normalisoimaan pH-arvon. Hengityksen rauhoittaminen saavutetaan usein potilaan rauhoittamisen tai kivun hoitamisen kautta. (Valli, 2024a)

Akuuteissa sairauksissa voi esiintyä respiratorista alkaloosia sympaattisen hermoston aktivoinnin seurauksena. Kun elimistön puolustusmekanismit käynnistyvät, yksi ensimmäisistä merkeistä voi olla hengitystaajuuden kasvu. Kun pH nousee, solunsisäiset vetyionit siirtyvät solujen ulkopuolelle ja K^+ -ionit siirtyvät solujen sisään, mikä johtaa solunulkoiseen hypokalemiaan. Samalla plasman kloriditaso voi nousta ja ionisoituneen kalsiumin määrä laskea, mikä saattaa johtaa hyperventilatoriseen hypokalsemiaan. Respiratorinen alkaloosi voi myös olla yleinen kompensatiomekanismi asidoosissa. Potilaan asennonmuutos saattaa provosoida hyperventilaatiota erityisesti herkille potilaille. Iatrogeeninen hyperventilaatio on tavallinen ilmiö tehohoitotilanteissa, ja se viittaa yleensä liialliseen ventilaatio toimintaan virheellisten hengityslaitteiden asetusten vuoksi. Takypnean väheneminen ja hyperventilaation helpottuminen voivat viitata onnistuneeseen hoitoon, erityisesti sepsispotilailla. (Pirilä, 2022)

Respiratorisen alkaloosin hoito keskittyy perussyyn, kuten keuhkokuumeeseen, sepsiksen tai keuhkoembolian, hoitamiseen sekä elektrolyyttihäiriöiden, kuten hypokalemian, hypofosfatemian ja hypomagnesemian, korjaamiseen. Potilaan rauhoittaminen, kivun hoito ja riittävä sedaatio toimenpiteiden aikana ovat tärkeitä toimenpiteitä respiratorisen alkaloosin ehkäisemiseksi ja hoitamiseksi. (Pirilä, 2022)

4.2.2 Metabolinen alkaloosi

Metabolinen alkaloosi voi esiintyä, kun elimistöstä poistuu runsaasti happamia nesteitä tai siihen lisätään emäksisiä aineita. Esimerkiksi kaliumin ja kloridien runsas poistuminen elimistöstä, usein diureettien käytön seurauksena, voi johtaa metaboliseen alkaloosiin.

Tällöin hoidon keskiössä on hengityksen normalisoiminen. Metabolisen alkaloosin oireita ovat päänsärky, oksentelu, korostunut kouristusalttius ja suolatasapainon häiriöt, kuten hypokalemia, joka voi aiheuttaa rytmihäiriöitä. Pitkäkestoinen oksentelu voi aiheuttaa alkaloosia, kun hapanta mahanestettä poistuu kehosta. Oireet lievenevät, kun oksentelu saadaan päättymään. Hoidossa on tärkeää varmistaa potilaan neste- ja elektrolyyttitasapaino, ja tarvittaessa annetaan kaliumlisää. (Valli, 2024a)

Tehohoitopotilailla metabolinen alkaloosi on yleinen ilmiö, joka voi syntyä eri hoitotoimenpiteiden seurauksena, usein taustalla on hypovolemia. Kun pH ylittää 7,6, oireet voivat sisältää päänsärkyä, pahoinvointia, hypokalsemiaa, kouristuksia ja sekavuutta. Metabolinen alkaloosi supistaa valtimoita, vähentää sydämen minuuttitulavuutta ja altistaa rytmihäiriöille. Ventilaatiotarve vähenee, mikä voi johtaa hyperkapniaan ja hypoksiaan. Lisäksi happi irtoaa huonommin hemoglobiinista, mikä vaikeuttaa olemassa olevia hypokalemiaa ja hypofosfatemiaa sekä korostaa niiden sivuvaikutuksia. Ensisijainen hoito keskittyy kiertävän verivolyymien palauttamiseen ja kaliumvajeen korvaamiseen, ja tavoitteena on usein pH 7,55 tai alhaisempi. Kloridiin liittyvät häiriöt voivat johtua oksentelusta tai mahaimusta, jolloin kloridin korvaaminen on hoitomenetelmänä. Alkaloosin korjaamiseksi bikarbonaatin lisääminen on myös mahdollista, ja tätä voidaan tehdä esimerkiksi NaCl-infusiolla, mikä auttaa myös hypovolemian hoidossa. Kloridiresistenttien häiriöiden taustalla on usein jatkuva kloridin menetys, joka johtuu lisääntyneestä mineralokortikoidivaikutuksesta. Tällöin primaarin syyn poistaminen voi olla mahdotonta, joten tärkeintä on korvata neste- ja elektrolyyttimenetystä, erityisesti kaliumin osalta (Inkinen, 2022)

4.3 Kompensaatio

Kompensaatio on kehon mekanismi, jonka avulla pyritään ylläpitämään normaalia pH-tasoa. Tämä tapahtuu siten, että hengityselimistö säätelee hiilidioksiditasoa, kun taas munuaiset vastaavat bikarbonaatin säätelystä. Nämä kaksi järjestelmää toimivat yhdessä pH-tason tasapainottamiseksi. Kompensaatio voidaan jakaa kolmeen eri tasoon: kompensoimaton, osittain kompensoitu ja täysin kompensoitu. (Pruitt ym., 2024)

Kompensoimaton tila tarkoittaa, että keho ei ole yrittänyt korjata pH-tasoa, mikä voi johtua esimerkiksi vakavasta häiriöstä. Osittain kompensoitu tila tarkoittaa, että elimistö on alkanut vastata häiriöön, mutta pH ei ole vielä palautunut normaaliin tasoon. Täysin kompensoitu tila puolestaan tarkoittaa, että pH on normalisoitunut, vaikka hengitys- ja

aineenvaihduntakomponenttien arvot ovat normaalirajoja korkeammat tai matalammat, ja ne liikkuvat vastakkaisiin suuntiin. (Pruitt ym., 2024)

5 Opinnäytetyön toteutus

Opinnäytetyö perustuu tutkittuun tietoon ja luotettaviin lähteisiin. PowerPoint-esitys esittelee keskeiset löydökset ja käsitteet selkeästi ja visuaalisesti. Esitelmää tukee äänitys, jossa käydään läpi käytännön esimerkkejä ja tarkennetaan aihetta, jotta kuulijat voivat helpommin omaksua ja ymmärtää esitetyt tiedot.

PowerPoint-esitys on hyödyllinen sairaanhoitajille, koska se esittää tärkeän tiedon tiiviisti ja helposti ymmärrettävässä muodossa. Tämä vähentää pitkien tekstien lukemisen tarvetta. Äänityksen avulla esitelmää voidaan kuunnella liikkeellä, mikä parantaa materiaalin saavutettavuutta. Esitelmän selkeä rakenne tukee sairaanhoitajien oppimista, erityisesti niille, jotka kokevat pitkät tekstit haastaviksi.

5.1 Opinnäytetyön tarkoitus ja tutkimuskysymykset

Tutkimuksen tarkoituksena on luoda materiaali, joka tarjoaa tarvittavat tiedot verikaasuanalyysien oikeaan tulkintaan. Tämä auttaa analysoimaan potilaan tilan ja laatimaan yksilöllisen hoitosuunnitelman.

Tutkimuskysymykset ovat:

1. Miksi sairaanhoitajille on tärkeää osata tulkita verikaasuanalyysiä?
2. Miten tulkitaan verikaasuanalyysinäytteet?
3. Missä tilanteissa otetaan verikaasuanalyysi-näytteet?

5.2 Opinnäytetyön menetelmät

Tutkimuksen aineisto perustuu luotettaviin lähteisiin, joiden avulla luodaan selkeä PowerPoint-esitys. Esitelmä käsittelee verikaasuanalyysin tulkinnan perusteita, kuten verikaasujen merkitystä, elektrolyyttitasapainoa, happo-emästatasapainoa ja kaasujen vaihtoa.

Verikaasuanalyysi on elintärkeä työkalu sairaanhoitajille, sillä se auttaa arvioimaan potilaiden hengitystoimintaa, happo-emästasapainoa ja hoitoon liittyviä reaktioita. Oikea tulkinta voi vaikuttaa suoraan hoitopäätöksiin ja potilaiden eloonjäämiseen kriittisissä tilanteissa.

Esitelmässä käsitellään analyysinäytteiden tulkintaprosessia, erityisesti tärkeimpien verikaasujen, kuten pH:n, PaCO₂:n ja PaO₂:n merkitystä potilaan hoidossa. Esimerkit auttavat havainnollistamaan, miten eri tulokset voivat viitata hengitysvajeeseen tai metabolisiin häiriöihin.

Lisäksi käsitellään myös tilanteita, joissa verikaasuanalyysi on erityisen tarpeellinen, kuten akuutissa hengitysvajeessa tai sydämen vajaatoiminnassa. Laskimoverinäyte voi olla vaihtoehto valtimonäytteelle ja parantaa potilaan mukavuutta.

Tieto on koottu luotettavista lähteistä, kuten Cinahl-tietokannasta ja alan kirjallisuudesta. Esitelmä on suunnattu sairaanhoitajille ja opiskelijoille, jotka haluavat perehtyä aiheeseen tarkemmin tai syventää ymmärrystään.

5.3 Aineistonhankinta ja aineistonhallintasuunnitelma

Opinnäytetyössä luodaan opettavainen PowerPoint-esitys, joka käsittelee verikaasuanalyysien tulkintaa sairaanhoitajan näkökulmasta. Tavoitteena on opettaa oikeaa tulkintaa, joka on keskeinen potilaan hyvinvoinnin kannalta. Sisältö kerätään luotettavista lähteistä, kuten kirjallisuudesta ja tietokannoista (Taulukko 2).

Opinnäytetyö on toiminnallinen ja siihen kuuluu myös äänitys, joka syventää esityksen sisältöä. Äänityksessä tarkastellaan käytännön esimerkkejä ja korostetaan verikaasuanalyysien oikeaa tulkintaa. Työ ei sisällä henkilötietoja tai tietoturvakysymyksiä.

Aineiston suunnitelmaan kuuluu yhteistyö tilaajan kanssa ja tarvittavien kriteerien täyttäminen. Opinnäytetyön sisällöstä on käyty keskustelua tilaajan kanssa, jossa on sovittu sen pääpiirteet.

Taulukko 2. Haetut tutkimukset

Tutkimuksen Otsikko	Hakusana	Mistä haettu	Päivämäärä milloin haettu.
Blood gas sampling in the intensive care unit: A prospective before-and-after interventional study on the effects of an educational program on blood gas testing frequency. (Cunanan, Ym. 2024.)	Intensive care unit AND Blood gas sampling OR blood gas OR blood gas analysis	Cinahl	9.10.2024
Comparison of mathematically arterialised venous blood gas sampling with arterial, capillary, and venous sampling in adult patients with hypercapnic respiratory failure: A single-centre longitudinal cohort study. (Davies, ym. 2023)	Blood gas sampling OR blood gas OR blood gas analysis	Cinahl	21.9.2024
Correlation and agreement between arterial and venous blood gas analysis in patients with hypotension—an emergency department-based cross-sectional study. (Prasad, ym. 2023)	Blood gas sampling OR blood gas OR blood gas analysis	Cinahl	21.9.2024
Arterial Blood Gas Analysis and Interpretation. (Pruitt, ym. 2022)	Blood gas sampling OR blood gas OR blood gas analysis	Cinahl	22.9.2024
Strategies for interpreting arterial blood gases. (Pruitt, ym. 2024)	Blood gas sampling OR blood gas OR blood gas analysis	Cinahl	22.9.2024
Australian and New Zealand Society of Respiratory Science position statement for arterial blood gas sampling. (Seccombe, ym. 2024)	Blood gas sampling OR blood gas OR	Cinahl	21.9.2024

	blood gas analysis		
Arterial blood gas analysis or venous blood gas analysis for adult hospitalised patients with respiratory presentations: A systematic review. (Weimar, ym. 2024)	Blood gas sampling OR blood gas OR blood gas analysis	Cinahl	22.9.2024

6 Pohdinta

Tässä osassa pohdin opinnäytetyöni eettisiä, vastuullisia ja ammatillisia näkökulmia sekä arvioin käytettyjen aineistojen ja lähteiden luotettavuutta. Koska työssä ei ole suoraa tutkimusaineistoa tai henkilökohtaisia tietoja, eettinen tarkastelu keskittyy siihen, miten työ täyttää alan vaatimukset ja tukee hoitohenkilökunnan osaamista verikaasuanalyysin oikeassa tulkinnassa.

6.1 Vastuullisuus ja käytettävyyden tarkastelu

Opinnäytetyössä ei ole käytetty henkilökohtaisia tietoja tai tutkimusaineistoa, joten tietosuojaja yksityisyyskysymykset eivät ole olleet keskiössä. PowerPoint-esityksessä ei esitetä potilastietoja tai muuta arkaluonteista tietoa, mikä takaa, että työ on vastuullista ja täyttää alan vaatimukset. Koska tutkimusosallistujia ei ole ollut, suostumusta ei ole tarvittu, ja esitys on suunnattu terveydenhuollon ammattilaisille, jotka saavat tietoa verikaasuanalyysin tulkinnasta ilman henkilökohtaisia tietoja.

Opinnäytetyöni pohjautuu luotettaviin ja ajankohtaisiin lähteisiin, jotka tukevat verikaasuanalyysin oikeellisuutta Suomessa. Lähteet on valittu tarkasti alan ohjeiden mukaisesti, ja työni on pyritty pitämään objektiivisena ja luotettavana, jotta hoitohenkilökunta saa käyttöönsä parhaan mahdollisen tiedon.

6.2 Aineiston ja lähteiden luotettavuus

Opinnäytetyössäni olen valinnut luotettavia lähteitä, kuten ajantasaisia oppikirjoja, jotka tarjoavat hyviä näkökulmia verikaasuanalyysin tulkintaan. Olen kiinnittänyt huomiota siihen, että lähteet eivät ole vanhempia kuin kymmenen vuotta, jotta tiedot pysyvät mahdollisimman ajankohtaisina ja luotettavina.

Verikaasuanalyysin tulkinnassa on ollut tärkeää käyttää lähteitä, jotka ovat sovellettavissa Suomen terveydenhuoltojärjestelmään. Valitsin lähteet, jotka perustuvat kansallisiin ohjeisiin ja tieteellisiin tutkimuksiin, jotka tukevat käytäntöjä Suomessa. Tämä varmistaa, että työni on sekä käytännön että tieteellisesti pätevää ja että tulkinnat perustuvat ajantasaisiin suosituksiin.

Lähteiden luotettavuutta olen tarkastellut tarkasti varmistaen niiden alkuperän ja taustan. Vältin vanhentuneita tai epäselviä lähteitä, jotta työni pohjautuisi vain luotettaviin ja ajankohtaisiin tietoihin. Kaikki valitsemani lähteet tukevat opinnäytetyöni tavoitteita ja varmistavat, että tulkintani ja johtopäätökseni perustuvat luotettaviin lähteisiin.

6.3 Vastuullisuus ja ammatillisuus

Opinnäytetyöni tukee ammatillista käytäntöä ja noudattaa terveydenhuollon eettisiä periaatteita. Verikaasuanalyysin oikea tulkinta on olennainen osa hoitotyötä, koska se vaikuttaa suoraan potilaan hoitoon ja hyvinvointiin. Työn tavoitteena on varmistaa, että hoitopäätökset perustuvat luotettavaan ja tieteellisesti hyväksytyyn tietoon, mikä voi parantaa potilaiden saamaa hoitoa ja vähentää virhetulkintojen riskiä.

Työni voi vaikuttaa käytännön hoitotyöhön tarjoamalla selkeää tietoa verikaasuanalyysista ja sen tulkinnasta. Tämä voi parantaa hoitohenkilökunnan osaamista ja tukea ammatillista päätöksentekoa. Opinnäytetyöni voi myös olla hyödyksi terveydenhuollon koulutuksessa, erityisesti analyysien tulkinnan osalta, ja näin parantaa hoitotyön laatua.

6.4 Opinnäytetyön eettisyys

Opinnäytetyön toteutuksessa on olennaista noudattaa eettisiä periaatteita, jotta työstä tulee luotettavaa, oikeudenmukaista ja asiantuntevaa. Verikaasuanalyysin tulkinnassa on tärkeää,

että tulokset esitetään tieteellisesti hyväksytyjen menetelmien mukaan. Tämä varmistaa, että hoitopäätökset perustuvat oikeaan tietoon ja että potilaan hoitoa voidaan kehittää asianmukaisesti. Virheelliset tulkinnat voivat johtaa virheellisiin hoitopäätöksiin, joten on elintärkeää, että kaikki tiedot esitetään tarkasti ja selkeästi. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023)

Opinnäytetyössä on tärkeää noudattaa tutkimuseetiikan periaatteita, kuten avoimuutta ja rehellisyyttä. Käytettyjen lähteiden ja menetelmien selkeä esittäminen varmistaa, että materiaali on luotettavaa ja lukija voi arvioida tiedon käsittelyn asianmukaisuutta. Verikaasuanalyysin tulkinta perustuu vahvaan tutkimustietoon, ja sen oikeellisuus edellyttää tarkkaa ja läpinäkyvää työskentelyä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023)

Eettiset periaatteet korostavat myös tietosuojaa ja oikeudenmukaista kohtelua. On tärkeää, että hoitopäätöksissä käytetään luotettavaa ja objektiivista tietoa, jotta kaikki potilaat saavat tasapuolista ja oikeudenmukaista hoitoa riippumatta heidän taustastaan. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023)

Opinnäytetyössä on myös otettava huomioon tutkimuksen ja materiaalin käytön läpinäkyvyys. Tutkimuksen ja materiaalin tuottamisessa tulee olla avoimuutta, jotta voidaan taata sen luotettavuus ja oikeudenmukaisuus. Tämä tarkoittaa, että käytetyt lähteet ja menetelmät on ilmoitettava tarkasti ja niiden vaikutus tuloksiin on esitettävä selkeästi. Vain näin voidaan varmistaa, että työ on tieteellisesti pätevää ja että sen tuloksia voidaan hyödyntää luotettavasti käytännön työssä. (Tutkimuseettinen neuvottelukunta, 2023)

6.5 Tulosten pohdinta ja johtopäätökset

Opinnäytetyöni käsittelee verikaasuanalyysin tulkinnan merkitystä terveydenhuollossa. Tulokset osoittavat, että verikaasuanalyysin tarkkuus on tärkeää hoitopäätöksille ja potilasturvallisuudelle. Oikeat tulkinnat parantavat hoidon laatua ja potilaan hyvinvointia, mutta virheelliset tulkinnat voivat johtaa vakaviin seurauksiin.

On olennaista, että hoitohenkilökunnalla on käytettävissään luotettavat ja ajantasaiset tiedot, jotka tukevat heidän päätöksentekoaan. Työssäni käytetyt lähteet voivat auttaa parantamaan hoitohenkilökunnan osaamista ja tarkkuutta analyysien tulkinnassa.

Verikaasuanalyysien tarkkuuden varmistamiseksi on tärkeää kehittää ja päivittää käytäntöjä, jotka auttavat hoitohenkilökuntaa tekemään entistä tarkempia tulkintoja. Nykyiset

ohjeistukset toimivat pääsääntöisesti hyvin, mutta niitä voisi tarkentaa ja päivittää. Analyysit voivat vaatia lisätulkintaa potilaan yksilöllisten olosuhteiden mukaan.

Tämä työ tarjoaa hyödyllistä tietoa terveydenhuollon käytäntöjen kehittämiseen. Tiedon jakaminen ja hoitohenkilökunnan osaamisen parantaminen voivat vähentää virheellisten tulkintojen riskiä ja parantaa hoidon laatua. Säännölliset koulutukset ja tarkempien työkalujen kehittäminen voisivat auttaa hoitohenkilökunnan tarkempien tulkintojen tekemisessä.

Tulevaisuudessa olisi tärkeää kehittää tarkempia ohjeistuksia ja työkaluja verikaasuanalyysien tulkinnan tueksi, jotta hoitohenkilökunnan päätöksenteko paranee ja potilasturvallisuus varmistetaan entistä paremmin. Kehittämällä käytäntöjä ja ohjeita voidaan myös tukea hoitohenkilökunnan työtä ja varmistaa, että verikaasuanalyysit tulkitaan tarkasti.

Verikaasuanalyysin tarkkuuden parantaminen on tärkeää koko terveydenhuoltojärjestelmän kannalta. Virheellisten tulkintojen vaikutukset voivat ulottua yksittäisistä hoitopäätöksistä koko hoitoketjuun, joten ohjeistusten kehittäminen on elintärkeää. Tämä parantaa hoitopäätösten tarkkuutta, potilasturvallisuutta ja terveydenhuollon kustannustehokkuutta.

6.6 Tilaajan palaute

Tilaaja piti opinnäytetyötä selkeänä ja kattavana. Hän arvosti työn perusteellisuutta sekä lopun esimerkkejä potilaiden verikaasuanalyyseistä, jotka auttoivat hahmottamaan kokonaisuutta. Tilaajan mukaan työ sisälsi jopa enemmän tietoa kuin sairaanhoitajan työssä tarvitaan.

Lähteet

- Aittokallio, J., Koppanen, M., & Nick, S.-T. (2024). *Valtimoveren verikaasu- ja happoemästaseanalyysi*. Anestesiakäsikirja. Duodecim Terveysportti.
<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/shk/article/aop00467/search/verikaasuanalyysi%20valtimo->
- Alanen, P., Hakio, N. & Koskela, T. (2022). *Tehohoitotyö*. Sanoma Pro Oy.
- Arola, O. (2023). Diabeettinen ketoasidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00106>
- Arola, O. (2022a). Laktaattiasidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00024?toc=997596>
- Arola, O. (2022b). Metabolinen asidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00024?toc=997596>
- Arola, O. (2022c). Respiratorinen asidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00024?toc=997596>
- Cunanan. B., Muppa, H., Orellana, L., Bates, S. & McGain, F. (2024). *Blood gas sampling in the intensive care unit: A prospective before-and-after interventional study on the effects of an educational program on blood gas testing frequency*. Australian Critical Care.
- Davies, M. G., Wozniak, D. R., Quinnell, T. G., Palas, E., George, S., Huang, Y., Jayasekara, R., Stoneman, V., Smith, I. E., Thomsen, L. P. & Rees, S. E. (2023). Comparison of mathematically arterialised venous blood gas sampling with arterial, capillary, and venous sampling in adult patients with hypercapnic respiratory failure: A single-centre

longitudinal cohort study. *BMJ Open Respiratory Research*, 10, e001537.

<https://doi.org/10.1136/bmjresp-2022-001537>

Inkinen, O. (2022). Metabolisen alkaloosin patofysiologia ja diagnostiikka. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti.

<https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00027?toc=652600>

Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Puolakka, T. (2021). *Ensihoito*. Sanoma Pro Oy.

Lääkäriin käsikirja. (2023). *Verikaasuanalyysi ja happo-emästasapainon tutkiminen*. Duodecim terveystietä.

<https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/ykt00405?toc=23020>

Lönn, M. & Peltomaa, M. (2024). *Verikaasu- ja happo-emästaseanalyysi*. Duodecim terveystietä. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/shk/article/akt00017?toc=1119572>

Matikainen, N. (2022a). Hypokalemia. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00084>

Matikainen, N. (2022b). Hyperkalemia. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00085>

Metsävainio, K. (2022a). Natriumin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00141>

Metsävainio, K. (2022b). Kaliumin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00143>

Metsävainio, K. & Saha, H. (2022). Kalsiumin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen*

häiriöt ja niiden hoito. Duodecim oppiportti.

<https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/phh00145>

Metsävainio, K. & Syväoja, S. (2022). Kloridin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti.

<https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/phh00147>

Nevalainen, P. & Koistinen, H. (2022a). Hyponatremian hoito. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti.

<https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/phh00079>

Nevalainen, P. & Koistinen, H. (2022b). Hyponatremian diagnostiikka. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti.

<https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/phh00078>

Niskanen, L. (2022). Normaali glukoosiaineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti.

<https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/phh00370>

Pirilä, P. (2022). Respiratorinen alkaloosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppoportti.fi/oppikirjat/phh00035>

Prasad, H., Vempalli, N., Agrawal, N., Ajun, U., Salam, A., Subhra, Datta, S., Singhal, A., Ranjan, N., Sherin, P. & Sundareshan, G. (2023). Correlation and agreement between arterial and venous blood gas analysis in patients with hypotension—an emergency department-based cross-sectional study. *Int J Emerg Med* 16, 18.

<https://doi.org/10.1186/s12245-023-00486-0>

Pruitt, B. (2022). Arterial Blood Gas Analysis and Interpretation. *RT: The Journal for Respiratory Care Practitioners*, 35(6), 10–12. <https://respiratory->

therapy.com/products-treatment/diagnostics-testing/diagnostics/discussion-arterial-blood-gas-analysis-interpretation/

Pruitt, B., MBA, RRT, CPFT & FAARC. (2024). Strategies for interpreting arterial blood gases. *Nursing* 54(1):p 16-21.

https://journals.lww.com/nursing/fulltext/2024/01000/strategies_for_interpreting_arterial_blood_gases.5.aspx

Reinikainen, M. (2022). Näin selvitan metabolisen asidoosin ja alkaloosin syyn. *Finnanest*, 55(4). Suomen Anestesiologiyhdistys. https://say.fi/files/reinikainen_na_in.pdf

Saha, H. (2022a). Hyperkalsemia. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00088>

Saha, H. (2022b). Hypokalsemia. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00089>

Seccombe, L. M., Keatley, D. R., Robles, R. A., Reesor, S. R. & Brazzale, D. J. (2024). Australian and New Zealand Society of Respiratory Science position statement for arterial blood gas sampling. *Internal Medicine Journal*, 54(7), 1208–1213. <https://doi.org/10.1111/imj.16439>

Syvöja, S. (2022). Kloridihäiriöiden diagnostiikka ja hoito. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim oppiportti. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00093>

Tutkimuseettinen neuvottelukunta. (2023). *Hyvä tieteellinen käytäntö ja sen loukkausepäilyjen käsitteleminen Suomessa*. https://tenk.fi/sites/default/files/2023-03/HTK-ohje_2023.pdf

Valli, J. (2024a). *Tietoa potilaalle: Alkaloosi (elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys)*. Duodecim. <https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/dlk00655/search/happo-em%C3%A4stasapaino>

Valli, J. (2024b). *Tietoa potilaalle: Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus).*

Duodecim. <https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/dlk00656/search/happo-em%C3%A4stasapaino>

Weimar, Z., Smallwood, N., Shao, J., Chen, X. E., Moran, T. P. & Khor, Y. H. (2024). Arterial blood gas analysis or venous blood gas analysis for adult hospitalised patients with respiratory presentations: A systematic review. *Internal Medicine Journal*.

<https://doi.org/10.1111/imj.16438>

Liite 1. Aineistohallintasuunnitelma

Aineisto kerätään tutkittuun tietoon perustuvista tietopankeista ja kirjoista, jotka käsittelevät aihetta. Opinnäytetyö on luonteeltaan toiminnallinen, joten aineistohankinnan menetelmänä käytetään äänitystä, jota tukee Powerpoint-esityelmä. Äänityksen tarkoituksena on avata kyseistä aihetta enemmän ja antaa esimerkkejä muun muassa potilastilanteista, verikaasu analyysistä ja kuinka niitä tulkitaan oikein.

Analysoitava aineisto tulee sisältämään muun muassa tekstiä, ääntä ja taulukkoja. Kyseinen opinnäytetyö ei tule sisältämään henkilötietoja tai muita tietoturvaan koskevia asioita.

Liite 2. Opinnäytetyön tuotos

[Äänitetty Powerpoint-esityelmä](#)

[Powerpoint-esityelmä](#)

2024

Verikaasuanalyysin tulkinta sairaanhoitajan näkökulmasta

Fredrik Takolander, Hämeen ammattikorkeakoulu

Sisältö



3	Mikä on verikaasuanalyysi?
4	Verikaasuanalyysin tulkinnan merkitys hoitotyössä.
5-16	Verikaasujen keskeiset arvot
17	Happo-emästasapainon perusteet

18-23	Asidoosi
24-27	Alkaloosi
28-30	Kompensaatio
31-32	Lähteet

Mikä on verikaasuanalyysi?

- Verikaasuanalyysi on tärkeä työkalu akuuttihoitotyössä, erityisesti tehohoidossa ja päivystyksessä.
- Tällä menetelmällä saadaan nopeasti tietoa potilaan elektrolyyttitasapainosta, happo-emästasapainosta ja kaasujen vaihdosta.
- Verikaasuanalyysi parantaa potilasturvallisuutta ja mahdollistaa nopean reagoinnin potilaan tilan muuttuessa.
- Se on tärkeä diagnostinen menetelmä, joka antaa tarkempaa tietoa hengitystoiminnasta ja happo-emästasapainosta kuin ei-invasiiviset menetelmät.
- Erityisesti hengitysvajetilanteissa verikaasuanalyysi on välttämätön tarkkojen hoitopäätösten tekemiseksi.

Verikaasuanalyysin tulkinnan merkitys hoitotyössä

- Verikaasuanalyysi arvioi potilaan hengitystoimintaa, happo-emästasapainoa ja elektrolyyttitasapainoa.
- Hoitajan on hyvä ymmärtää, miten analyysit tukevat hoitopäätöksiä ja parantavat potilasturvallisuutta.
- Erityisen tärkeää akuuteissa ja kriittisissä tilanteissa.
- Ajoissa tunnistettavat hengitysvajeet ja metaboliset häiriöt parantavat hoitopäätöksiä.
- Oikea tulkinta nopeuttaa hoitovastetta ja parantaa hoidon tarkkuutta.

Verikaasujen keskeiset arvot

Verikaasuanalyysi on keskeinen menetelmä happo-emästasapainon, hengitysvajauksen ja hapetuksen häiriöiden arvioimisessa.

Mittaukset verikaasuanalyysissä auttavat tunnistamaan ja hoitamaan:

- Asidoosia ja alkaloosia (happo-emästasapaino)
- Hypoksiaa (happeutumishäiriöt)
- Hyperkapniaa (liiallinen hiilidioksidi)

Keskeiset mitattavat arvot:

- Veren happamuus (pH)
- Hiilidioksidiosapaine (PaCO₂)
- Happiosapaine (PaO₂)
- Bikarbonaatti (HCO₃⁻)
- Emästase (BE)
- Hemoglobiinin happikyllästeisyys (HbO₂Sat)

Veren happamuus (pH)

- pH-arvo on veren happamuuden tai emäksisyyden mittari, joka kertoo elimistön happo-emästasapainosta.
- **Viitearvo: 7,35–7,45.**
- Alhaiset pH-arvot (<7,35): Viittaavat asidoosiin eli liialliseen happamuuteen, joka voi olla hengityksellistä (respiratorinen asidoosi) tai metabolisesta. (metabolinen asidoosi)
- Korkeat pH-arvot (>7,45): Viittaavat alkaloosiin eli emäksisyyteen, joka voi olla hengityksellistä (respiratorinen alkaloosi) tai metabolisesta. (metabolinen alkaloosi)
- pH-arvon muutokset voivat vaikuttaa elimistön elintoimintoihin, erityisesti sydämen ja hengityksen säätelyyn.

Säätelymekanismit:

- Hengitys: Hiilidioksidi (PaCO_2) vaikuttaa pH sillä CO_2 liukenee veteen muodostaen hiilihappoa, joka alentaa pH-arvoa.
- Munuaistoiminta: Munuaiset säätelevät bikarbonaatti (HCO_3^-) tasapainoa, joka puolestaan vaikuttaa pH-arvoon.

Respiratoriset arvot

Hiilidioksidiosapaine (PaCO₂)

- Mittaa hiilidioksidin määrää veressä, joka heijastaa hengitystoiminnan riittävyttä.
- **Viitearvo: 4,5–6,0 kPa.**
- Alhaiset arvot (<4,5 kPa): Viittaavat respiratoriseen alkaloosiin (hyperventilaatio).
- Korkeat arvot (>6,0 kPa): Viittaavat respiratoriseen asidoosiin (hengityksen heikkeneminen).
- PaCO₂-arvon nouseminen yli 10–12 kPa voi aiheuttaa hiilidioksidiarkoosin.

Respiratoriset arvot

Happiosapaine (PaO₂)

- Mittaa veren hapetustilaa ja kertoo, kuinka paljon happea veressä on.
- **Viitearvo: 8–14 kPa.**
- Alhaiset arvot (<8 kPa): Viittaavat hypoksemiaan, eli elimistön vähäiseen happipitoisuuteen.
- Yli normaalin arvon olevat PaO₂-arvot voivat aiheuttaa keuhkovaurioita.
- PaO₂ ja FiO₂ (hengittämän ilman happipitoisuus) suhdetta voidaan käyttää arvioimaan happeutumishäiriön vakavuutta.

Metaboliset arvot

Bikarbonaatti (HCO_3^-)

- Mitataan veressä ja ilmentää elimistön kykyä tasapainottaa happo-emästasapainoa.
- **Viitearvo: 22–26 mmol/l.**
- Alhaiset arvot (<22 mmol/l): Viittaavat metaboliseen asidoosiin, jossa elimistössä on liikaa happoja.
- Korkeat arvot (>26 mmol/l): Viittaavat metaboliseen alkalooosiin, jossa elimistössä on liikaa emäksiä.

Metaboliset arvot

Emästase (BE)

- Ilmentää, kuinka paljon happoa tai emästä tarvitaan pH korjaamiseksi elimistössä.
- **Viitearvo: $\pm 2,5$ mmol/l.**
- Negatiivinen arvo ($< -2,5$ mmol/l): Viittaa metaboliseen asidoosiin.
- Positiivinen arvo ($> +2,5$ mmol/l): Viittaa metaboliseen alkaloosiin.
- BE-arvo auttaa arvioimaan, kuinka paljon korjaustoimenpiteitä tarvitaan pH palauttamiseksi normaaliksi.

Hemoglobiinin happikyllästeisyys (HbO₂Sat)

- Mittaa, kuinka paljon hemoglobiinia on yhdistynyt hapen kanssa verenkiertoon.
- **Viitearvo: 95–100%.**
- Alhaiset arvot (<95%): Viittaavat hypokseemiaan, eli elimistössä on riittämättömästi happea, mikä voi johtua keuhkosairauksista, hengityshäiriöistä tai huonosta verenkiertoon liittyvästä ongelmasta.
- Korkeat arvot (>100%) voivat viitata hyperoksiaan (liian suuri määrä happea veressä), mutta nämä arvot ovat harvinaisia ja liittyvät usein liialliseen hapen annosteluun hengitystukihoidoissa.
- HbO₂Sat on tärkeä indikaattori, joka arvioi kudosten hapetustilaa ja auttaa hoitotoimenpiteiden kohdentamisessa.

Verikaasuanalyysin viitearvot

Arvo	Viitearvo
pH	7,35–7,45
PaCO ₂	4,5–6,0 kPa
PaO ₂	8–14 kPa
HCO ₃ ⁻	22–26 mmol/l
BE	±2,5 mmol/l
HbO ₂ Sat	95–100%

Verensokeri (P-Gluk) & Laktaatti

Verensokeri (P-Gluk)

Viitearvo:

- Paastoverensokeri: 4–6 mmol/l
- Aterioiden jälkeen: Alle 8 mmol/l

Merkitys:

- Korkea verensokeri voi johtaa ketoaineiden kertymiseen ja happamoitumiseen.
- Alhainen verensokeri voi aiheuttaa tajunnan tason laskua ja sekavuutta.

Laktaatti

Viitearvo: Alle 2,0 mmol/l

Merkitys:

- Korkea laktaattipitoisuus voi viitata hapenpuutteeseen, maksavaurioon, myrkytykseen tai verenkiertosokkiin.
- Alhainen laktaatti voi viitata normaalitilaan tai hyvin hoidettuun tilaan.

Elektrolyytit

Kalium (P-K) & Natrium (P-Na)

Kalium (P-K)

- **Viitearvo:** 3,5–4,4 mmol/l
- Hypokalemia (matala kaliumtaso, < 3,5 mmol/l):
 - Oireet: Rytmihäiriöt, lihasheikkous, väsymys, hengitysvaikeudet.
 - Syyt: Diureettihoito, oksentelu, ripuli, munuaissairaudet, alhainen ruokavalion kaliumin saanti.
- Hyperkalemia (korkea kaliumtaso, > 4,8 mmol/l):
 - Oireet: Sydänongelmat (esim. hidas sydämen syke, sydänpysähdys), lihasheikkous, huimaus, parestesiat, paralyysi.
 - Syyt: Munuaisten vajaatoiminta, liiallinen kaliumin saanti, lääkkeet (esim. ACE-estäjät, kaliumia säästävät diureetit).

Natrium (P-Na)

- **Viitearvo:** 135–145 mmol/l
- Hyponatremia (matala natriumpitoisuus):
 - Oireet: Vähäoireinen tai oireeton, vaikeassa muodossa sekavuus, pahoinvointi, kouristukset, tajunnan tason aleneminen, turvotukset.
 - Syyt: Liiallinen nesteen saanti suhteessa natriumpitoisuuteen, sydämen vajaatoiminta, munuaisten toimintahäiriöt, diureettihoito.
- Hypernatremia (korkea natriumpitoisuus):
 - Oireet: Sekavuus, kuume, hallusinaatiot, kouristukset, lihasnykäykset, kuiva suu ja limakalvot, jano, niskan jäykkyys.
 - Syyt: Riittämätön nesteen saanti suhteessa veden menetykseen, yleensä sairaalassa kehittyvä tila.

Elektrolyytit

Kloridi (P-Cl) & Kalsium (P-Ca)

Kloridi (P-Cl)

- **Viitearvo:** 99–111 mmol/l
- **Merkitys:** Säilyttää nestetasapainon, osallistuu mahalaukun suolahapon tuotantoon.

Kalsium (P-Ca)

- **Viitearvo:** 2,20–2,60 mmol/l
- Hyperkalsemia: > 2,60 mmol/l
 - Oireet: Epäspesifiset oireet, kuten väsymys, heikkous, masennus, mielialan muutokset, keskittymiskyvyn heikkeneminen
 - Syyt: Kalsiumin lisääntynyt vapautuminen luustosta, suolen liiallinen kalsiumin imeytyminen, primaarinen hypertyreoosi, pahanlaatuiset sairaudet
- Hypokalsemia: < 1,00 mmol/l (ionisoitu)
 - Oireet: Lievä hypokalsemia on oireeton, pistely ja puutuminen sormissa, varpaissa ja suun ympäristössä, vaikeissa tapauksissa lihasnykäyksiä, tetaniaa ja kouristuksia, pidentää QT-aikaa ja heikentää sydämen pumppaustoimintaa
 - Syyt: Ionisoituneen kalsiumin lisääntyminen elimistön häviämisen kautta, vähentynyt saanti verenkiertoon

- Laskentakaava: $\text{Na}^+ - (\text{Cl}^- + \text{HCO}_3^-)$
- **Viitearvo:** 8–16 mmol/l
- **Merkitys:**
 - Kliinisesti tärkeä happo-emästasapainon häiriöiden arvioimisessa
 - Poikkeama voi johtua esim. laktaatista (anaerobinen aineenvaihdunta) tai diabeettisesta ketoasidoosista
- Normaalit anionit: Proteiinit, sulfaatti

Happo-emästasapainon perusteet

- Happo-emästasapaino (pH-tasapaino) on elintärkeä prosessi, jossa elimistön happo-emästasapaino säilyy tarkasti säädeltyinä.
- Terveen kehon normaalipH-arvo on noin 7.35–7.45.
- Elimistön toiminnot, kuten aineenvaihdunta, hermosto ja verenkierto, riippuvat tarkasta pH-tasapainosta.
- Hormonit, munuaiset ja hengitysjärjestelmä säätelevät pH-arvoa.

Häiriöitä pH-tasapainossa:

Asidoosi: pH laskee normaalin alle (happamuus lisääntyy).

Alkaloosi: pH nousee normaalin yli (emäksisyys lisääntyy).

Asidoosi

- Asidoosi tarkoittaa tilaa, jossa veren pH laskee **alle normaalin tason** (<7.35). Tämä voi johtua monista syistä, kuten hengityksen tai aineenvaihdunnan häiriöistä.
- Asidoosia voi olla kahta päätyyppiä: metabolinen asidoosi ja respiratorinen asidoosi.
- Syyt:
 - Metabolinen asidoosi: Munuaisten kyvyttömyys poistaa happoja, liiallinen maitohappo (laktaattiasidoosi), ketoasidoosi (diabetes) tai ripuli.
 - Respiratorinen asidoosi: Hiilidioksidin kertyminen hengityksen heikentyessä (esim. hengitysvajaus tai keuhkosairaudet).

Respiratorinen Asidoosi

- Respiratorinen asidoosi syntyy, kun kehoon kertyy liikaa hiilidioksidia ja keuhkojen tuuletus heikkenee, estäen hiilidioksidin poistumisen tehokkaasti. Tämä voi johtua hengitystoiminnan häiriöistä tai keuhkosairauksien, kuten COPD, pahenemisvaiheista. Heikentynyt hapettuminen voi olla jopa vaarallisempaa kuin asidoosi itse. Hengityskoneen tai muun hoidon avulla keuhkojen toimintaa voidaan tukea ja asidoosia lievittää.

• Oireet

- Hengenahdistus
- Päänsärky
- Sydämentykytys
- Väsymys
- Uneliaisuus

• Hoito

- Hengityskoneen tai muun hoidon käyttö keuhkojen tukemiseksi.
- Normoventilaatio erityisen tärkeää aivopaineen hallitsemiseksi.
- Hiilidioksidituotannon rajoittaminen: lämpötila, lihasvärinä, sedaatio, vähentynyt hiilihydraattien saanti.
- COPD-pahenemisvaiheessa voidaan joutua hyväksymään korkeammat hiilidioksiditasot.

Metabolinen Asidoosi

- Metabolinen asidoosi voi johtua aineenvaihdunnan häiriöistä, 1-typin diabeteksen insuliinin puutteesta, munuaisten vajaatoiminnasta, ripulista, oksentelusta tai maitohapon kertymisestä esimerkiksi sydämen vajaatoiminnan, hapenpuutteen tai intensiivisen liikunnan seurauksena. Ketoasidoosissa pH-arvo voi laskea alle 7,0, mikä on hengenvaarallinen tila. Elimistö voi säätää veren hiilidioksidin määrää ja korjata metabolista asidoosia, mutta hoito keskittyy ensisijaisesti sen aiheuttaneen sairauden hoitoon, kuten insuliini- ja nestehoitoon diabeteksessä.

- Oireet

- Hyperventilaatio
- Hengityslihasten heikkous
- Sydämen rytmihäiriöt
- Sekavuus, tajunnantason lasku
- Mahdollisesti oireeton alkuvaiheessa, oireet näkyvät usein pH-arvon laskiessa alle 7,2.

- Hoito

- Hoidettava nopeasti peruuttamattomien elinmuutosten estämiseksi
- Ensisijaisesti perussairauden hoito (esim. insuliini- ja nestehoito diabeteksessä)
- Bikarbonaattihoitoa käytetään vain vaikeissa tapauksissa lyhytaikaisena apuna
- Elimistön säätelymekanismien ja lääkkeiden toiminta voi heikentyä, jos pH-arvo laskee alle 7,0.

Laktaattiasidoosi

- Laktaattiasidoosi on eräänlainen metabolinen asidoosi, jossa veren pH-arvo ja bikarbonaattipitoisuus laskevat, mikä johtaa maitohappipitoisuuden kohoamiseen yli 2 mmol/l. Tilan syitä voivat olla laktaatin metabolian häiriö, liikatuotanto tai sen hyödyntämisen heikentyminen. Kun laktaattipitoisuus ylittää 5 mmol/l, kuolevuus voi nousta jopa 60 % kolmen vuorokauden seurannassa.

- Oireet

- Veren pH-arvon ja bikarbonaattipitoisuuden lasku
- Maitohappipitoisuuden nousu yli 2 mmol/l
- Kuolevuusriski yli 60 %, jos laktaattipitoisuus ylittää 5 mmol/l

- Hoito

- Hemodynamiikan stabilointi ja kudosten hapensaannin parantaminen
- VIP-periaate: ventilaatiohoito, infuusiot ja pumpaus
- Hengitysteiden varmistaminen ja nestehoito
- Vasoaktiiviset lääkkeet hypotension hoitamiseksi ja sydämen pumppauskyvyn parantamiseksi.

Ketoasidoosi

- Ketoasidoosi on tyypin 1 diabeteksen komplikaatio, joka voi olla hengenvaarallinen, jos sitä ei hoideta. Hoidettunakin kuolleisuus vaihtelee 5–10 prosenttiin. Ketoasidoosin ilmaantuvuus tyypin 1 diabeetikoilla on 1–5 prosenttia ja se ilmenee usein, kun insuliinihoito jää toteutumatta.

- Oireet

- Kuivuminen, hypotensio, hypotermia
- Takykardia, sekavuus, tajunnan häiriöt, voimakas jano
- Hyperventilaatio, ruoansulatuskanavan oireet (pahoinvointi, vatsakipu)
- Hengitykselle ominaista asetonin haju
- Metabolinen asidoosi ja hyperglykemia

- Hoito

- Riittävä nesteytys
- Insuliinihoito
- Hemodynamiikan turvaaminen
- Happihoito

Case 1: Yhdistynyt metabolinen ja respiratorinen asidoosi

Valtimoverikaasuartervot (ABG): pH 7,20, PaCO₂ 8,1 kPa, HCO₃⁻ 19 mEq/l, PaO₂ 7,7 kPa, SaO₂ 84 %

- Happitasapaino: PaO₂- ja SaO₂-arvot osoittavat kohtalaista hypokseemiaa.
- Happamuus: pH-arvo osoittaa asidoosia, koska se on normaalin alueen alapuolella.
- Respiratorinen osuus: Kohonnut PaCO₂-arvo viittaa respiratoriseen asidoosiin.
- Metabolinen osuus: Laskenut HCO₃⁻-arvo osoittaa metaboliseen asidoosiin.
- Asidoosin alkuperä: Yhdistynyt metabolinen ja respiratorinen asidoosi, koska sekä PaCO₂ että HCO₃⁻ tukevat pH:n hapanta tilaa.
- Kompensaatio: Kompensaatiota ei tapahdu, koska pH, PaCO₂ ja HCO₃⁻ ovat kaikki poikkeavia ja viittaavat happamuuteen.
- Yhteenvedo: Potilaalla on yhdistynyt metabolinen ja respiratorinen asidoosi, johon liittyy kohtalainen hypokseemia.

Alkaloosi

- Alkaloosi tarkoittaa tilaa, jossa veren pH nousee yli normaalin tason (>7.45). Tämä voi johtua monista syistä, kuten hengityksen tai aineenvaihdunnan häiriöistä. Alkaloosi voi olla metabolista tai respiratorista.
- Syyt:
 - Metabolinen alkaloosi: Oksentelu, liiallinen bikarbonaatin saanti, hypovolemia, tiatsididiureettien tai furosemidin käyttö.
 - Respiratorinen alkaloosi: Hengityskeskuksen häiriöt, hyperventilaatio, hypoksia, psykologiset syyt (esim. paniikkihäiriö).

Respiratorinen Alkaloosi

- Alkaloosin yleisin syy on hyperventilaatio, joka johtaa respiratoriseen alkaloosiin. Tämä tila tunnustetaan veren hiilidioksidipitoisuuden laskusta. Elimistö tuottaa jatkuvasti hiilidioksidia, joka normaalisti poistuu hengityksen mukana keuhkojen kautta. Hyperventilaatio on usein seurausta psyykkisistä syistä, mutta voi myös ilmetä akuutissa sairaustilanteessa, kuten sympaattisen hermoston aktivoitumisessa.

• Oireet

- Raajojen puutuminen
- Heikkous ja vapina
- Mahdolliset kouristukset, jotka voivat pahentua alkaloosin edetessä

• Hoito

- Hengityksen rauhoittaminen normaalille tasolle
- Potilaan rauhoittaminen ja kivun hoitaminen
- Elektrolyyttihäiriöiden korjaaminen, kuten hypokalemia, hypofosfatemia ja hypomagnesemia
- Perussyiden hoitaminen (esim. keuhkokuume, sepsis, keuhkoembolia)

Metabolinen Alkaloosi

- Metabolinen alkaloosi voi syntyä, kun elimistöstä poistuu runsaasti happamia nesteitä tai siihen lisätään emäksisiä aineita. Esimerkiksi kaliumin ja kloridien runsas poistuminen elimistöstä, usein diureettien käytön seurauksena, voi johtaa metaboliseen alkaloosiin. Tehohoitopotilailla metabolinen alkaloosi on yleinen, ja se voi syntyä erityisesti hypovolemian seurauksena.

• Oireet

- Päänsärky ja oksentelu
- Korostunut kouristusalttius
- Suolatasapainon häiriöt, kuten hypokalemia, joka voi aiheuttaa rytmihäiriöitä
- Kouristukset ja sekavuus
- Hypokalsemia
- Pahoinvointi

• Hoito

- Hengityksen ja pH normalisointi
- Neste- ja elektrolyyttitasapainon varmistaminen, erityisesti kaliumlisän antaminen
- Kierron verivolyymien palauttaminen
- Kloridin ja bikarbonaatin lisääminen hoitoon tarvittaessa
- Kloridiresistenttien häiriöiden hoito elektrolyyttimenetysten korvaamisella, erityisesti kaliumin osalta

Case 2: Respiratorinen alkaloosi

Valtimoverikaasu-arvot: pH 7,52, PaCO₂ 3,9 kPa, HCO₃⁻ 24 mEq/l, PaO₂ 11,86 kPa, SaO₂ 96 %

1. Happitasapaino: PaO₂- ja SaO₂-arvot normaalit, joten hypoksemiaa ei ole.
2. Happamuus: pH on kohonnut, mikä viittaa alkaloosiin.
3. Respiratorinen osuus: PaCO₂ on matala, mikä viittaa respiratoriseen alkaloosiin.
4. Metabolinen osuus: HCO₃⁻-arvo on normaali, joten metabolisella komponentilla ei ole vaikutusta.
5. Alkaloosin alkuperä: Respiratorinen alkaloosi, koska matala PaCO₂ tukee kohonnutta pH:ta.
6. Kompensaatio: Ei kompensatiota, koska HCO₃⁻ on normaali.
7. Yhteenveto: Respiratorinen alkaloosi.

Kompensaatio

- Kompensaatio on kehon luonnollinen mekanismi, jonka avulla pyritään ylläpitämään normaalia pH-tasoa. Tämä tapahtuu hengityselimistön säädelyssä hiilidioksiditasoa ja munuaisten vastatessa bikarbonaatin säätelystä. Näiden järjestelmien yhteistyö auttaa palauttamaan ja tasapainottamaan kehon pH-tasoa.
- **Kompensaation tasot:**
 - **Kompensoimaton tila:** Keho ei ole yrittänyt korjata pH-tasoa, mikä voi johtua vakavasta häiriöstä.
 - **Osittain kompensoitu tila:** Elimistö on alkanut vastata häiriöön, mutta pH ei ole vielä palautunut normaaliksi.
 - **Täysin kompensoitu tila:** Päästään normaalille pH-tasolle, vaikka hengitys- ja aineenvaihduntakomponenttien arvot liikkuvat normaalirajoja korkeammalle tai matalammalle, ja ne liikkuvat vastakkaisiin suuntiin.

Case 3: Osittain kompensoitu metabolinen asidoosi

Valtimoverikaasu-arvot (ABG): pH 7,32, PaCO₂ 4,1 kPa, HCO₃⁻ 19 mEq/l, PaO₂ 10,3 kPa, SaO₂ 89 %

1. Happitasapaino: PaO₂ on normaali, mutta SaO₂-arvo osoittaa lievää hypoksemiaa.
2. Happamuus: pH-arvo osoittaa asidoosia, koska se on normaalin alueen alapuolella.
3. Respiratorinen osuus: PaCO₂-arvo osoittaa respiratorista alkaloosia.
4. Metabolinen osuus: HCO₃⁻-arvo viittaa metaboliseen asidoosiin.
5. Asidoosin alkuperä: Metabolinen asidoosi, koska pH ja HCO₃⁻ tukevat tätä.
6. Kompensaatio: Osittainen kompensaatio, koska PaCO₂ ei ole normaali, mutta pH on edelleen poikkeava. Sekä PaCO₂ että HCO₃⁻ ovat normaalialueen ulkopuolella ja liikkuvat vastakkaisiin suuntiin, mikä on osittain kompensoidun happoemästäsapainon tunnusmerkki.
7. Yhteenveto: Osittain kompensoitu metabolinen asidoosi.

Case 4: Täysin kompensoitu metabolinen asidoosi

Valtimoverikaasu-arvot (ABG): pH 7,36, PaCO₂ 3,86 kPa, HCO₃⁻ 20 mEq/l, PaO₂ 13,79 kPa, SaO₂ 99 %

1. Happitasapaino: PaO₂- ja SaO₂-arvot normaalit, ei hypoksemiaa.
2. Happamuus: pH on normaalialueella, mutta se kallistuu asidoosin puolelle.
3. Respiratorinen osuus: PaCO₂-arvo viittaa respiratoriseen alkaloosiin.
4. Metabolinen osuus: HCO₃⁻-arvo viittaa metaboliseen asidoosiin.
5. Asidoosin alkuperä: Metabolinen asidoosi, vaikka pH on normaali, se on lähellä asidoottista rajaa.
6. Kompensaatio: Täysi kompensaatio, koska PaCO₂ on epänormaali, mutta pH pysyy normaalialueella. PaCO₂:n mataluus selittyy hyperventilaatiolla, joka toimii kompensatorisena mekanismina. Sekä PaCO₂ että HCO₃⁻ ovat normaalialueen ulkopuolella ja osoittavat vastakkaisiin suuntiin, mikä tukee täyden kompensaation arviointia.
7. Yhteenveto: Täysin kompensoitu metabolinen asidoosi.

Kiitos!

Lähteet

Aittokallio, J., Koppanen, M., & Nick, S.-T. (2024). *Valtimoveren verikaasu- ja happo-emästaseanalyysi*. Anestesiakäsikirja. Terveysportti.

<https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/shk/article/aop00467/search/verikaasuanalyysi%20valtimo->

Alanen, P., Hakio, N. & Koskela, T. (2022). *Tehohoitotyö*. Sanoma Pro Oy.

Arola, O. (2023). Diabeettinen ketoasidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H.

Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/phh00106>

Arola, O. (2022a). Laktaattiasidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H.

Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/phh00024?toc=997596>

Arola, O. (2022b). Metabolinen asidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H.

Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/phh00024?toc=997596>

Arola, O. (2022c). Respiratorinen asidoosi. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H.

Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/phh00024?toc=997596>

Inkinen, O. (2022). Metabolisen alkaloosin patofysiologia ja diagnostiikka. Teoksessa T. Ala-

Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/phh00027?toc=652600>

Kuisma, M., Holmström, P., Nurmi, J., Porthan, K. & Puolakka, T. (2021). *Ensihoito*. Sanoma Pro Oy.

Lääkärinkäsikirja. (2023). *Verikaasuanalyysi ja happo-emästasapainon tutkiminen*. Duodecim. <https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/ykt00405?toc=23020>

Lönn, M. & Peltomaa, M. (2024). *Verikaasu- ja happo-emästaseanalyysi*. Duodecim. <https://www.terveysportti.fi/apps/dtk/shk/article/akt00017?toc=1119572>

Metsävainio, K., (2022a). Natriumin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*.

Duodecim. <https://www.oppiortti.fi/oppikirjat/phh00141>

Lähteet

Metsävainio, K., (2022b). Kaliumin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00143>

Metsävainio, K. & Saha, H., (2022). Kalsiumin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00145>

Metsävainio, K. & Syväoja, S., (2022). Kloridin aineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00147>

Nevalainen, P. & Koistinen, H., (2022a). Hyponatremian hoito. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00079>

Nevalainen, P. & Koistinen, H., (2022b). Hyponatremian diagnostiikka. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00078>

Niskanen (2022). Normaali glukoosiaineenvaihdunta. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00370>

Pruitt, B. (2022). Arterial Blood Gas Analysis and Interpretation. *RT: The Journal for Respiratory Care Practitioners*, 35(6), 10–12. <https://respiratory-therapy.com/products-treatment/diagnostics-testing/diagnostics/discussion-arterial-blood-gas-analysis-interpretation/>

Pruitt, B., MBA, RRT, CPFT & FAARC. (2024). Strategies for interpreting arterial blood gases. *Nursing* 54(1):p 16-21. https://journals.lww.com/nursing/fulltext/2024/01000/strategies_for_interpreting_arterial_blood_gases.5.aspx

Reinikainen, M. (2022). Näin selvitan metabolisen asidoosin ja alkaloosin syyn. *Finnanest*, 55(4). Suomen Anestesiologiyhdistys. https://say.fi/files/reinikainen_na_in.pdf

Syväoja, S., (2022). Kloridihäiriöiden diagnostiikka ja hoito. Teoksessa T. Ala-Kokko, S. Alahuhta, H. Hyppölä, J. Kaartinen, & T. Savolainen (toim.), *Peruselintoimintojen häiriöt ja niiden hoito*. Duodecim. <https://www.oppiportti.fi/oppikirjat/phh00093>

Valli, J. (2024a). *Tietoa potilaalle: Alkaloosi (elimistön nesteiden liiallinen emäksisyys)*. Duodecim. <https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/dlk00655/search/happo-em%C3%A4stasapaino>

Valli, J. (2024b). *Tietoa potilaalle: Asidoosi (elimistön nesteiden liiallinen happamuus)*. Duodecim. <https://www.terveysportti.fi/apps/dna/ltk/article/dlk00656/search/happo-em%C3%A4stasapaino>